



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY

## OCHRANA FOTOGRAFIÍ LAKOVÁNÍM

PROTECTION OF PRINTS BY VARNISHING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

RADKA LOKOTSCHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MICHAL VESELÝ, CSc.

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	<b>FCH-BAK0515/2010</b>	Akademický rok: <b>2010/2011</b>
Ústav:	Ústav fyzikální a spotřební chemie	
Student(ka):	<b>Radka Lokotschová</b>	
Studijní program:	Chemie a chemické technologie (B2801)	
Studijní obor:	Spotřební chemie (2806R002)	
Vedoucí práce	<b>doc. Ing. Michal Veselý, CSc.</b>	
Konzultanti:		

### Název bakalářské práce:

Ochrana fotografií lakováním

### Zadání bakalářské práce:

1. Literární rešerše na téma ochrana fotografií před účinky záření a polutantů.
2. Příprava testovací škály.
3. Aplikace vybraných laků a test světlostálosti fotografií.

### Termín odevzdání bakalářské práce: 6.5.2011

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

-----  
Radka Lokotschová  
Student(ka)

-----  
doc. Ing. Michal Veselý, CSc.  
Vedoucí práce

-----  
prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 31.1.2011

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá základními principy inkoustového tisku. Popisuje kontinuální tisk a drop on demand techniku. Zabývá se také papírovými médii používanými při inkoustovém tisku – nosnými podložkami a přijímacími vrstvami. Práce zahrnuje popis degradace tisku způsobenou zářením, polutanty, vlhkostí a teplem. Zabývá se rovněž základními charakteristikami lakování a laminování.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the issue of basic inkjet printing principles. It describes the continual stream and the drop on demand technique. It also deals with the issue of paper media, which are used during the inkjet printing – supporting bases and receiving layers. The thesis includes a description of print degradation, which is caused by UV-VIS radiation, pollutants, humidity or by elevated temperature. It also deals with the basic characteristics of varnishing and lamination.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Inkoustový tisk, tisková média, vzdušné polutanty, lakování, laminování

## **KEY WORDS**

Inkjet printing, inkjet print media, airborne pollutants, varnishing, lamination

LOKOTSCHOVÁ, R. *Ochrana fotografií lakováním*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 28 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Michal Veselý, CSc..

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....

podpis studenta

*Poděkování:*

*Chtěla bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Michalu Veselému, CSc. a Ing. Evě Štěpánkové za jejich vstřícnost a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří se mnou sdíleli své zkušenosti a bez jejichž účasti by tato práce nemohla vzniknout.*

## OBSAH

1	ÚVOD .....	6
2	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....	6
2.1	Inkoustový tisk .....	6
2.1.1	Technika continual stream (CS) .....	7
2.1.2	Technika drop on demand (DOD) .....	8
2.1.2.1	Tisk piezoelektrický .....	8
2.1.2.2	Termální inkjetový tisk .....	8
2.2	Tisková média .....	10
2.2.1	Nosné podložky .....	10
2.2.2	Přijímací vrstvy .....	11
2.2.3	Papíry určené k tisku digitálních fotografií .....	12
2.3	Stálost inkoustového tisku .....	13
2.3.1	Vliv viditelného světla .....	13
2.3.2	Vliv ovzduší .....	13
2.3.3	Vliv vlhkosti .....	14
2.3.4	Vliv tepla .....	14
2.3.5	Katalytické blednutí .....	15
2.4	Ochrana tisku .....	15
2.4.1	Lakování .....	15
2.4.1.1	Principy lakování .....	15
2.4.1.2	Technologie lakování .....	16
2.4.1.3	Celoplošné a parciální lakování .....	18
2.4.1.4	Dělení laků podle složení .....	19
2.4.2	Laminování .....	20
2.4.2.1	Technologie laminace .....	21
2.4.2.2	Laminovací folie .....	22
2.4.2.3	Lepicí vrstva .....	23
2.4.2.4	Parametry tavných lepidel .....	25
2.4.2.5	Laminovací stroje .....	25
3	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	26
4	SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	28

# 1 ÚVOD

Technologie inkoustového tisku prošla během posledních patnácti let bouřlivým rozvojem. Velkou roli zde zahrálo nejen zvýšení kvality a rychlosti zpracování, ale také snižování nákladů. V oblasti domácího využití a malých kanceláří jde o dominantní technologii, která umožňuje získat za rozumnou počáteční investici zařízení s kvalitním výstupem.<sup>1</sup>

S narůstajícím rozvojem bylo také nutné začít řešit otázku, která se týkala stálosti, jelikož barvy používané při tomto tisku snadno podléhaly poškození. Vytiskované archy jsou vystavovány jak mechanickému poškození (poškrábání, polámání), tak také fyzikálně-chemickému poškození (působení světla, tepla, vlhkosti, UV záření, chemikálií). Velmi agresivně působí na tisky např. lidský pot, který obsahuje chlorid sodný, močovinu, aminokyseliny a spoustu jiných látek, které způsobují degradaci inkoustu. Abychom si své vzpomínky uchovaly co nejdéle, ať už ve formě fotografií, obrázků či textu, je vhodné produkt opatřit ochrannou vrstvou, a to lakováním či laminováním.

Bakalářská práce se zabývá technikou inkoustového tisku, základními charakteristikami papírů používaných při tisku, degradací výtisků za přítomnosti světla, vlhkosti, vzdušných polutantů a ochranou výtisků lakováním a laminováním.

## 2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 2.1 Inkoustový tisk

Jak již bylo v úvodu zmíněno technologie tisku prošla bouřlivým rozvojem (během posledních patnácti let), ale v současné době již vývoj dosáhl stabilní fáze a lze předpokládat, že další vývoj tisku bude mít spíše evoluční charakter pozvolného zlepšování stávajících parametrů. Tím však nelze vyloučit možnost revolučních vývojových kroků, jakým by např. mohlo být širší zavedení UV- inkoustů nebo on-line UV-lakování i do stolních tiskáren.<sup>2</sup>

Inkoustové tiskárny jsou často také označovány jako fotorealistické, což znamená, že jejich kvalita výtisku se významně přibližuje barvovým gamutem, rozlišením, ostrostí, dynamickým rozsahem, leskem, světelnou stálostí klasické halogenido-stříbrné fotografie.<sup>3</sup>

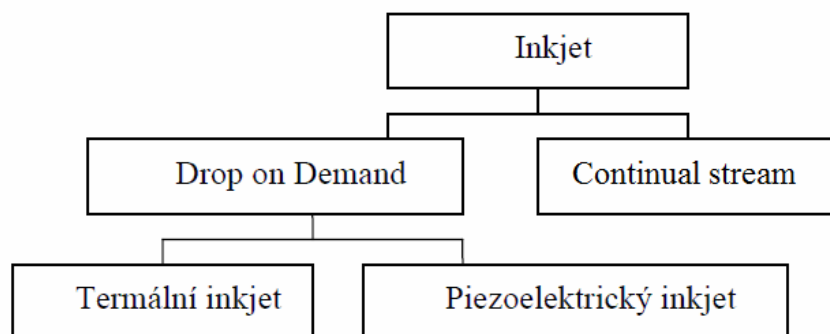
Inkoustový tisk je digitální tiskový proces, ve kterém se pomocí elektronického signálu přenáší barva přímo na substrát pomocí tiskové hlavy.<sup>4</sup> Používá se jako přímá tisková technika – tisková hlava je umístěna nad potiskovaným materiálem. Tisková hlava je tvořena řadou kanálů, do kterých je z jedné strany přiváděn inkoust a na druhé straně jsou zakončeny deskou s tryskami. Jednotlivé kapky inkoustu, dopadající na potiskovaný materiál, vytvářejí tiskové body. Rozložení tiskových bodů určuje program zpracovávající data digitální předlohy na základě určité metody síťování. Tiskové rozlišení je dáno velikostí tiskového bodu, tedy i objemem tiskové kapky.<sup>5</sup>

Výsledná kvalita tisku je dána interakcí tří základních faktorů, na kterých tato technologie stojí:

- vlastní tiskárna, tj. vlastnosti hardwaru a software ovladačů, které jej řídí
- použitá inkoustová sada
- použité tiskové medium<sup>2</sup>

Základní dělení technologií inkoustového tisku (Obr. 1):

- Continual stream
- Drop on demand

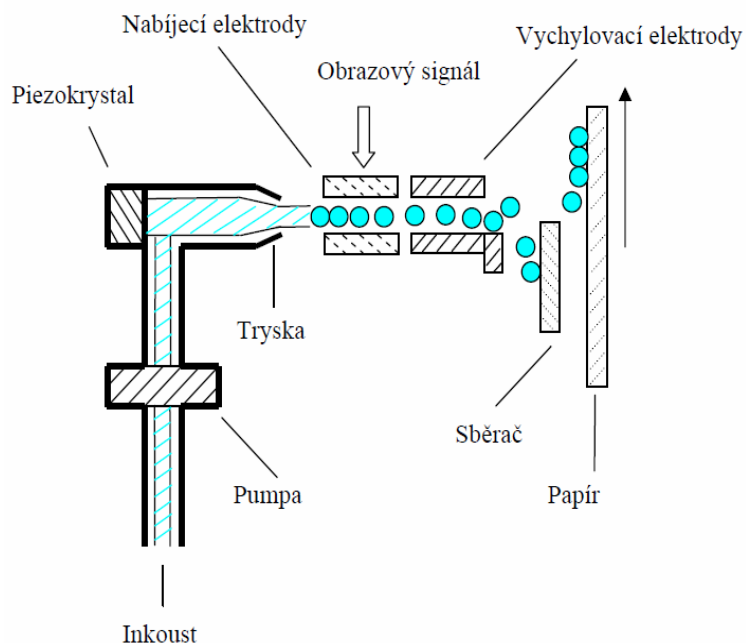


**Obr. 1** Základní dělení technologií inkoustového tisku<sup>6</sup>

### 2.1.1 Technika continual stream (CS)

Při této technice tisku je generován souvislý proud kapek daného objemu. Kapky, které nezískají náboj dopadají na potiskovaný materiál, zatímco kapky, které jsou nabity, se vrací zpět do zásobníku inkoustu.<sup>5,7</sup>

Obr. 2 ukazuje základní princip tryskového systému založeného na Hertzově technice, která umožňuje vytvořit proud kapek s vysokou frekvencí. Rozlišení výtisku závisí na vzdálenosti inkoustové hlavy a povrchu substrátu, na rychlosti posouvání substrátu a na frekvenci kapek.

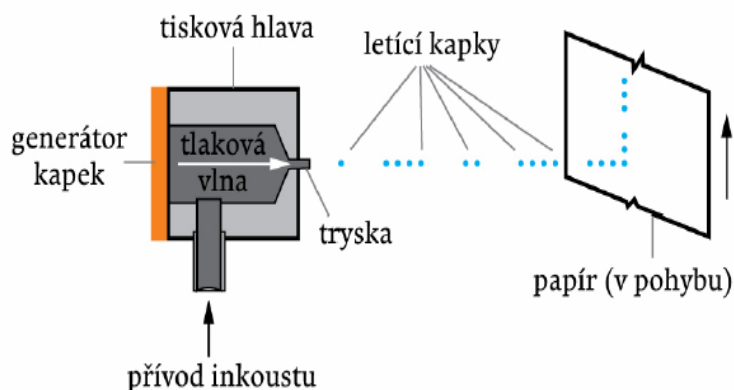


**Obr. 2** Základní princip tryskového systému založeného na Hertzově technice

### 2.1.2 Technika drop on demand (DOD)

Principem této techniky je vytváření kapek pouze tehdy, kdy jsou potřebné, resp. když se nacházejí v místě tiskového prvku stránky. Kapky se vytvářejí tlakovým impulsem, vyvolaným buď tlakem bubliny, vytvořené vypařením rozpouštědla a jeho zahřátím v termoprisku v dýze (Bubble Jet) nebo tlakem piezoelektrického prvku. Tento způsob je výhodnější, protože klade menší požadavky na složení barvy. Frekvence tvorby kapek jednou dýzou je desítky kHz.<sup>8</sup>

Podle způsobu vytváření kapek dělíme tisk na termální, elektrostatický a piezoelektrický.



Obr. 3 Schéma funkce inkjetové hlavy pro tisk technologii DOD

#### 2.1.2.1 Tisk piezoelektrický

Piezoelektrické systémy využívají k vystřikování kapek inkoustu z tiskové hlavy tzv. obráceného piezoelektrického jevu. K piezoelektrickému jevu dochází u některých krystalických látek a jeho podstatou je, že se krystal při stlačení elektricky nabije. Obrácený piezoelektrický jev spočívá ve změně rozměru či tvaru krystalu po přivedení elektrického napětí; bez napětí se krystal vrací do původního tvaru. Pulsy řídicího elektrického signálu, přiváděné na elektrody piezoelektrického krystalu, způsobují jeho rozměrové změny, které jsou mechanicky převedeny na objemové změny tiskového kanálu. K vystřelování kapek je využíván efekt akustické resonance, kdy jsou tlakové změny inkoustu v tiskovém kanálu vyvolané náběžnou a sestupnou hranou řídicího signálu sečteny a výsledná tlaková vlna způsobí vypuzení inkoustu z tiskové trysky.

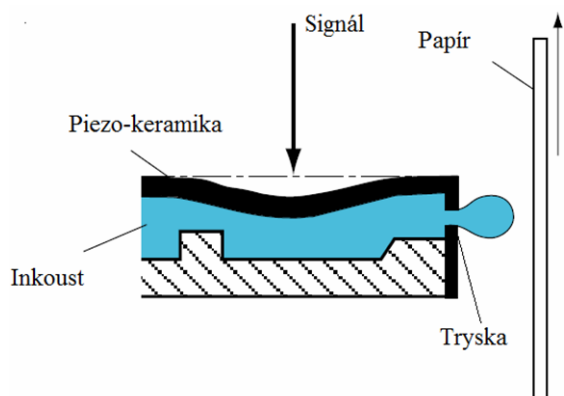
Ve zkratce lze říci, že u piezoelektrického tisku je inkoustová kapka tvořena a vystřelena pomocí trysky, a to mechanickou deformací krystalu. Tato technologie je patentována firmou Epson.<sup>9</sup>

#### 2.1.2.2 Termální inkjetový tisk

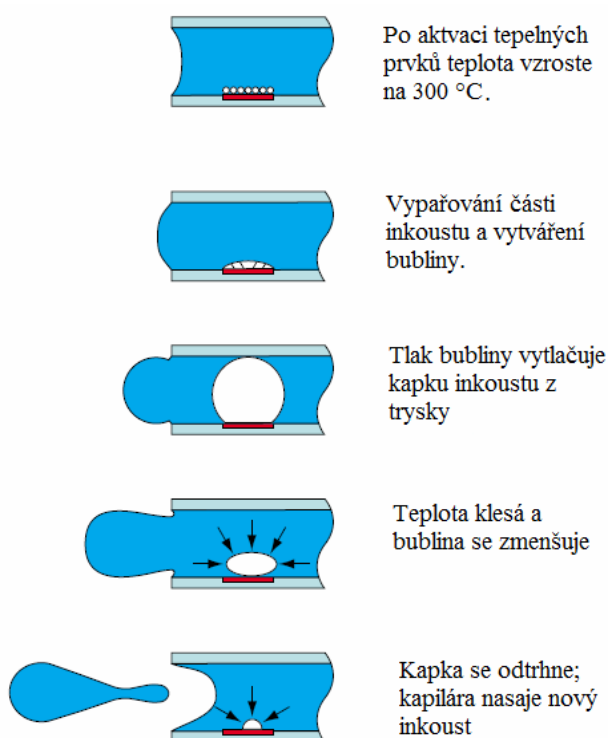
V případě termálního inkjetového tisku je hnací silou pro tvorbu inkoustové kapky tlak par odpařené kapalně fáze inkoustu (zpravidla vody). Inkoust je ze zásobníku přiváděn do tiskové hlavy, která obsahuje v bezprostřední blízkosti trysky topné tělísko. Při průchodu elektrického proudu topným tělískem dojde k prudkému ohřátí (nad 300 °C) a odpaření malého objemu inkoustu. Rostoucí tlak vytlačí kapku inkoustu z trysky tiskové hlavy.<sup>5,7</sup>



U termální technologie tvorby kapek jsou kladeny speciální požadavky na vlastnosti inkoustu. Kromě fyzikálně-chemických vlastností typických pro inkousty je obecně nutné, aby inkoust pro termální tisk neulpíval na topných těliscích a neměnil své vlastnosti v důsledku periodického tepelného namáhání v tiskové hlavě. Tím je omezen výběr všech složek pro formulaci inkoustů. K termálnímu inkjetovému tisku se používají výhradně vodou ředitelné inkousty, tj. inkousty obsahující jako hlavní složku vodu.<sup>5</sup>



**Obr. 4** Schéma principu piezoelektrického tisku



**Obr. 5** Obrázek zobrazuje ve zjednodušené formě zvýšení teploty, následné vypaření malého objemu kapky inkoustu, vytvoření bubliny a vytlačení kapky inkousty z trysky tiskové hlavy.

## 2.2 Tisková média

Zatímco hardwarovou část technologie lze označit za vyspělou, tak v oblasti tiskových medií (inkousty a papíry) jsme svědky bouřlivého vývoje a pomalého ustanovování standardů.

Se stoupajícím počtem uživatelů, rostou i nároky na speciální technologie, tedy nároky na tisková média jako jsou fólie, papíry a jiné materiály. Média pro inkoustový tisk musí mít dvě základní funkce. Jednak musí dobře absorbovat inkoust, zafixovat barvivo a odpařit rozpouštědlo (např. kombinace podložky a přijímací vrstvy), ale také musí mít dobré mechanické vlastnosti (dostatečnou ohebnost a pevnost).<sup>3</sup>

Tiskové papíry se dělí na natírané (skládají se z nosné podložky a přijímací vrstvy) a nenatírané (podložka je zároveň přijímací vrstvou).



*Obr. 6 Zvětšený průřez běžného kancelářského papíru*

### 2.2.1 Nosné podložky

Ačkoli se nosné podložky většinou přímo nepodílejí na interakci s inkoustem, jejich funkce je mnohem důležitější než pouhý nosič inkoustového záznamu. V současné době musí podložky mimo mechanických a optických parametrů splňovat přísné požadavky na archivní stálost.<sup>10</sup>

- **RC papír (resin coated)**, čili papír oboustranně potažený vrstvičkou PE (polyetylen). Toto je běžná a levná podložka, známá z minilabových zvětšenin i z profesionálních laboratoří.
- **Neprůhledný bílý polyester (PES)** má výhodu v neuvěřitelné pevnosti – výtisk nelze roztrhnout. Výjimečný je také dokonale hladký povrch a zrcadlový lesk.
- **Průsvitný bílý polyester** má stejné vlastnosti, je ale určen pro prosvětlovací pulty bez mléčného skla.
- **Průhledný polyester** má opět stejné vlastnosti, je ale určen pro výrobu velkoplošných tisků.

RC papír hraje dominantní roli v oblasti tzv. fotopapírů a pro extrémní požadavky na kvalitu je k dispozici několik tiskových materiálů na PES podložkách. Tyto podložky se v oblasti

inkoustového tisku souhrnně nazývají *barrier type*, protože představují bariéru pro průnik inkoustu pod přijímací vrstvu.

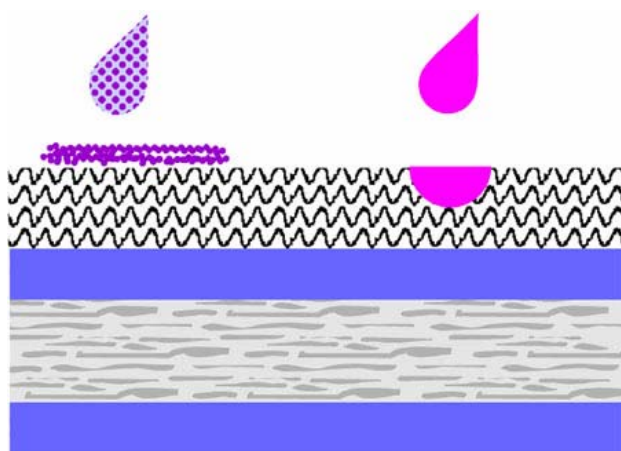
### 2.2.2 Přijímací vrstvy

Přijímací vrstvy inkoustových médií jsou dnes vysoce sofistikované systémy s pečlivě vyladěnými vlastnostmi. Právě sem se soustředí úsilí výrobců o dosažení co nejvyšší kvality a nejlepšího dojmu z výsledného tisku. Na obyčejném, neupraveném papíru není kvalitní inkoustový tisk možný.<sup>2</sup>

Zcela zásadní vliv na kvalitu tisku mají v tomto případě povrchové interakce mezi kapičkou inkoustu a potiskovanou plochou, tj. stupeň smáčení: pokud by inkoust nesmácel dostatečně potiskovanou plochu, kapičky by se na povrchu sbalovaly a měly tendenci ujíždět ve směru dopadu; naopak pokud by se kapičky příliš rozestíraly po potiskovaném povrchu, docházelo by příliš k velkému nárůstu rastrového bodu. Proto musí být vzájemné povrchové vlastnosti tiskového média a inkoustu pečlivě vyladěny, a to je taky jeden z důvodů, proč výrobci nedoporučují použití neoriginálního spotřebního materiálu.

Podle složení můžeme přijímací inkoustové vrstvy rozdělit na:

- **Botnající přijímací vrstvy** (swellable polymer) – při interakci s inkoustem dojde k nabotnutí potlaštěného místa rozpouštědlem a barvivo difunduje do vzniklého gelu. Posléze se rozpouštědlo odpaří a výsledkem je selektivně probarvený xerogel.



*Obr. 7 Schéma průniku pigmentového a barvivového inkoustu do vrstvy typu swellable polymer*

- **Konvenční cast-coated přijímací vrstvy** (s obsahem minerálních plniv)
- **Mikroporézní přijímací vrstvy** (jsou založené na syntetických vysokoporézních sorbetech s obrovským aktivním povrchem, rozptýlených ve vhodném organickém pojivě)<sup>11,12</sup>

### 2.2.3 Papíry určené k tisku digitálních fotografií

Byly potřebné pro nové digitální tiskové technologie. Některé byly navrženy tak, aby napodobily fyzikální vlastnosti tradičního mokrého procesu zpracování, zatímco jiné byly navrženy s novými texturami a odstíny pro větší výběr a kreativní volbu zákazníka.<sup>13</sup>

*Tabulka 1 Přehled základních typů papírů pro digitální fotografie*

proces	papír	použití	výhody	nevýhody
<b>Tradiční mokrý proces</b>	Světlocitlivý	Fotografie	Již dlouho na trhu.	Komplikovaný proces.
<b>Laserový tisk</b>	Hladký	Dokumenty	Levné. Rychlý tisk	Nízká kvalita obrazu. Snadno se ohýbá a trhá.
	Hladký a ošetřený	Dokumenty	Levné. Rychlý tisk. Lepší kvalita obrazu.	Nízká kvalita obrazu. Snadno se ohýbá a trhá.
	Natíraný, potahovaný	Fotoalba	Dobrá kvalita obrazu u fotografických knih.	Nízká kvalita obrazu na domácích tiskárnách. Snadno se ohýbá a trhá.
<b>Inkoustový tisk</b>	Bobtnající	Fotografie	Vysoká kvalita obrazu. Velmi leské.	Pomalé sušení Méně často se prodává. Nelze použít pigmentové inkousty.
	Měkký, porézní	Fotografie	Vysoká kvalita obrazu. Okamžitě suché. Mohou být použita barviva nebo pigmentové inkousty.	Méně lesklý než bobtnající. Náchylnější ke gas-fading.
	Fine-art	Fotografie	Široká nabídka. Unikátní textury.	Velmi citlivá vůči oděru.
<b>Termo-sublimace</b>	Speciální příjem pomocí donorové fólie	Fotografie	Vypadá a je vnímaná stejně jako tradiční fotografie.	Jen několik velikostí. Dražší.

## 2.3 Stálost inkoustového tisku

Kvalitní inkoustové tisky se dnes ve velké míře používají pro zhotovování fotografií, k reprodukci uměleckých děl a k jiným náročným aplikacím. Mimo samozřejmých požadavků na kvalitu tisku s sebou tyto aplikace přinášejí nekompromisní požadavky na archivní stálost. Proces posuzování archivní stálosti je velmi komplexní a je třeba do něj zahrnout archivní vlastnosti jednotlivých složek tiskové technologie (nosič, přijímací vrstvu, barviva/pigmenty), vliv prostředí (světlo, teplo, vlhkost, atmosféru), ale také je třeba pečlivě uvážit testovací metodiku (konstrukce testovacích obrazců, způsob měření barevných změn).<sup>14</sup>

Počítačový tisk je velmi rychle se rozvíjejícím se prostředkem pro generování dokumentů a obrázků. Aby bylo možné vyhodnotit světlostálost digitálních výtisků, vliv inkoustů používaných v tiskárnách, je vhodné provést zrychlené testy stárnutí, které poskytují reprodukovatelné výsledky v přijatelně krátkém čase. Pro tyto testy jsou standardizovány různé procedury popisující vlastnosti vzorků, použitá zařízení, podmínky expozic a měření a v neposlední řadě způsoby vyhodnocení výsledků.<sup>15,16,17</sup>

### 2.3.1 Vliv viditelného světla

Světlo je ve své podstatě elektromagnetické záření, jež je vyzařováno a pohlcováno jako částice a šíří se jako vlny. Nežádoucí procesy vyvolané těmito vlnami jsou souhrnně označovány jako fotodegradace. Je to proces, při kterém adsorpci záření dochází ke zvýšení energie molekul ozařené hmoty, což může vést k zahájení chemických reakcí. Může docházet k nárůstu obsahu kyslíkatých funkčních skupin, tzv. chromoforů, čímž se zvětší možnosti adsorpce dalších světelných kvant, dále může docházet ke štěpení makromolekulárních řetězců nebo vzniku dalších sloučenin. Důsledkem toho jsou fyzikální změny, které se projevují změnou barvy (zežloutnutí až zhnědnutí nebo naopak vyblednutí), křídovatením, dále změnou mechanických vlastností (zkřehnutí, vznik prasklin). Většina změn je estetického charakteru, většinou se však jedná o nevratná poškození.<sup>18</sup>

Nejjednodušším způsobem rozpadu chemické vazby, kdy dojde k absorpci fotonu je fotolýza. Tímto procesem dochází k absorpci fotonu a následnému možnému rozpadu chemické vazby za vzniku dvou produktů. Energie fotonu vybudí elektron ze základního stavu do stavu excitovaného (ten bývá součástí  $\pi$  – vazby).<sup>19</sup>

Zásadní vliv na rychlost výše uvedených procesů má intenzita světla a zejména jeho spektrální složení. Zvláště zhoubný je vliv UV záření, které je energeticky bohatší než viditelné světlo, a proto má i ničivější účinky. Právě různý podíl UV složky v dopadajícím záření má za následek zásadní rozdíly v světlostálosti např. zarámovaných výtisků a výtisků vystavených přímému slunečnímu svitu.<sup>20</sup>

### 2.3.2 Vliv ovzduší

NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> a spousta dalších plynů, které jsou obsaženy v ovzduší negativně ovlivňují vlastnosti papírů.

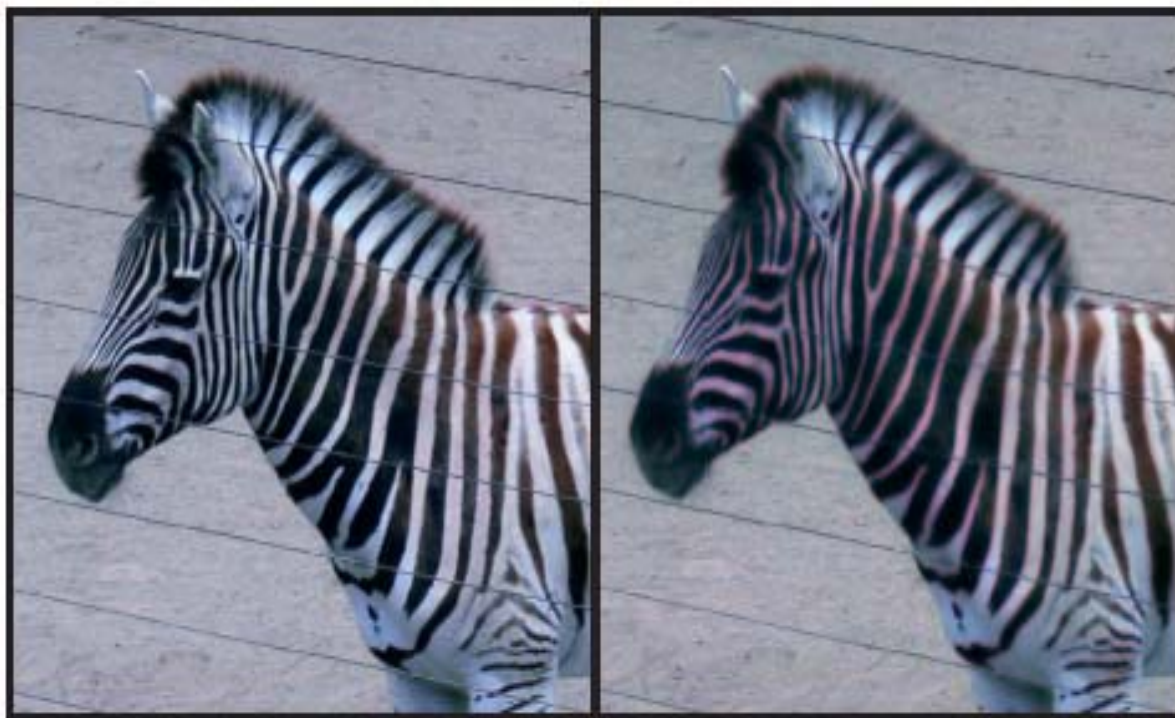
Oxidy dusíku a síry nejsou na tisk tak škodlivé (není však vyloučen synergický efekt kombinace těchto polutantů s ozonem).<sup>21</sup>

Výtisky na mikroporézních materiálech blednou nejenom na světle, ale i při uložení v temnu. Příčinou tohoto chování je adsorpce ozónu a blednutí způsobené rozkladem barviva

se označuje jako gas-fading. Obrovský aktivní povrch syntetických sorbentů je schopen účinně zachytávat molekuly ozónu i ve velmi malých koncentracích. Adsorbovaný ozón si ale zachovává svou vysokou reaktivitu a napadá přítomné molekuly barviva či částice pigmentu. Barviva jsou potom velmi rychle oxidována, částice pigmentu jsou odolnější, ale ani ony nejsou vůči oxidativním atakům ozónu odolné.

### 2.3.3 Vliv vlhkosti

Tisk vystavený dlouhodobému působení vlhkosti způsobuje závažné nevratné změny. Dochází ke změnám barevných odstínů a inkoustovým migračním efektům. Stupeň migrace závisí na vlastnostech barviv, druhu média a na stupni fixace barvonosných složek. Vlivem různé pohyblivosti různých barviv dochází k chromatografické separaci, což zapříčiňuje vznik barevných kontur – např. modrá čára, která vzniká smícháním purpurového a azurového barviva. Pigmentové inkousty jsou odolnější, protože na rozdíl od jednotlivých molekul barviv jsou velké pigmentové částice méně pohyblivé.<sup>22</sup>



**Obr. 8** Degradace tisku vystaveného působení vysoké vlhkosti po dobu 44 hodin (vpravo). Jsou zde patrné ztráty ostrosti a závažné lokální změny barvy.

### 2.3.4 Vliv tepla

I při uložení v archivech v podmínkách „dark storage“, tj. v temnu a suchu, lze u všech typů archivních materiálů po čase pozorovat změny v sytosti a v barevných změnách podložky. Konkrétní fyzikálně-chemickou příčinu těchto změn je velmi těžké specifikovat, jde v podstatě o spontánní rozklad přítomných chemických látek. Rychlost rozkladu je silně závislá na teplotě, proto se pro posuzování používá série testů, při nichž se vzorky uchovávají při různých zvýšených teplotách a sledují se výsledné barevné změny. Ze zjištěných závislostí

lze extrapolovat a odhadnout tak trvanlivost výtisků při libovolné teplotě. Doposud nashromážděná data naznačují, že inkoustové výtisky jsou obecně trvanlivější při podmínkách *dark storage*, než klasické fotografické materiály. To je způsobeno zejména přítomností nezreagovaných barvotvorných složek ve fotografických materiálech, které snadno podléhají celé řadě dedradačních reakcí a způsobují barevné závoje. Inkjetové materiály přirozeně tímto problémem netrpí.

### **2.3.5 Katalytické blednutí**

Jedná se o reakci, kdy degradace jednoho barviva urychlí degradaci jiného barviva. V inkoustovém tisku je možné sledovat katalytické blednutí purpurového barviva v prostředí barviva azurového. Purpurové barvivo typu gama kyselin je více citlivé a může blednout, jestliže ho tiskneme do azurového barviva s ftalocyaniny. To je dáno tím, že ftalocyaniny produkují malé množství singletového kyslíku, který napadá a oxiduje purpurové barvivo. Tomuto jevu se dá předejít vytvářením více odolných barviv typu gama kyselin nebo modifikací struktury ftalocyaninových barviv, které nebudou produkovat singletový kyslík. Druhá z možností je jednodušší a problém řeší efektivněji.<sup>23,6</sup>

## **2.4 Ochrana tisku**

Zušlechťování povrchu potištěného archu lakováním a laminováním je v posledních letech stále žádanější službou zákazníků tiskáren. Tento trend plní funkci nejen ochranou (ochrana před poškrábáním při dalším transportu či zpracování, zašpinění, otisků prstů apod.), tak ale také estetickou.<sup>24</sup>

Při lakování se průhledná polymerní vrstva vytváří na povrchu tiskoviny v průběhu vytvrzování laku. Různé postupy zušlechťování lze kombinovat a sofistikovaně využívat pro dosažení co nejefektivnějšího vzhledu i speciálních funkčních vlastností.

### **2.4.1 Lakování**

Lakování je vytvoření 1,0 až 20 µm průhledné, bezbarvé vrstvičky většinou s hladkým povrchem.

Lakování zvyšuje brilanci barev, navozuje dojem hloubky obrazu, umožňuje dosáhnout kontrastu lesklé a matné plochy na tiskovině. Výsledný efekt lakování ovlivňuje celá řada faktorů, z nichž nejdůležitější jsou typ laku a technologie nanášení laku, určující především tloušťku lakové vrstvy, dále pak typ tiskoviny, složení tiskových barev a potiskovaný materiál. Lak může být nanesen na celé ploše tisku nebo na vybraných místech, a potom se jedná o lakování parciální (partial, spot), někdy označované také jako lokální nebo tónované.

#### **2.4.1.1 Principy lakování**

Cílem lakování nemusí být jen optický efekt, ale také ochrana tiskoviny před mechanickým poškozením při dalším zpracování např. na automatických linkách a při následném používání tiskoviny.

Pokud má na povrchu tiskoviny vzniknout rovnoměrná, opticky dokonalá lakovaná plocha, musí být splněno několik základních fyzikálních předpokladů.

Povrchové napětí kapalného laku musí být nižší než je povrchové napětí tiskoviny (nejlépe o přibližně  $10 \text{ m}\cdot\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ), aby kapalina povrch dobře smáčela a rychle se na něm rozprostřela. Dokonalému rozlivu brání i mechanické nerovnosti (poprašovací prášek) a vlhkost papíru. K zaschnutí lakové vrstvy nesmí dojít dříve, než je rozliv laku po povrchu dokončen. Protože rychlost roztékání závisí na viskozitě, používá se někdy ke snížení viskozity předeřívání laku.

Pokud není povrch hladký, musí být na povrch nanесena vrstva laku minimálně v takovém množství, aby zakryla nerovnosti povrchu. S rostoucí tloušťkou lakové vrstvy roste lesk. Obecně se lak nesmí příliš vsakovat do struktury materiálu, aby se na povrchu mohla vytvořit dostatečně silná hladká vrstva a po vysušení nebyl žádný viditelný rozdíl lesku na potištěných (nesavých) a nepotištěných místech tiskoviny; vysoká nasákavost papíru také zvyšuje spotřebu laku.

Adheze kapalného i vytvrzeného laku k tiskovině (k potiskovanému materiálu i barvou pokryté ploše) musí být větší než koheze laku, aby nedocházelo k odlupování lakové vrstvy. Pružnost lakové vrstvy musí být přizpůsobena potiskovanému materiálu; při vysychání a vytvrzování laků je třeba počítat se zmenšením objemu (smrštěním), závislejícím na podílu sušiny a způsobu zasychání.<sup>5</sup>

Pro hodnocení dostatečného vytvrzení laku se v praxi používají jednoduché testy, jako je tzv. acetonový test, který byl používán především pro rozpouštědlové laky (povrch lakované tiskoviny se několikrát přetře hadříkem namočeným v acetonu a pomocí lupy se pozoruje, zda na povrchu laku dochází k viditelným změnám), zkouška tvrdosti vrypem nehtem nebo zkouška adheze pomocí speciální lepicí pásky (tzv. Tesa test).

#### **2.4.1.2 Technologie lakování**

Je rozdělena podle toho, zda je lak nanášen v lakovací jednotce na nezaschlou barvu v závěrečné fázi (in-line lakování, lakování do mokré), nebo zda k lakování dochází až po úplném vyschnutí tisku v lakovacích strojích (off-line lakování).

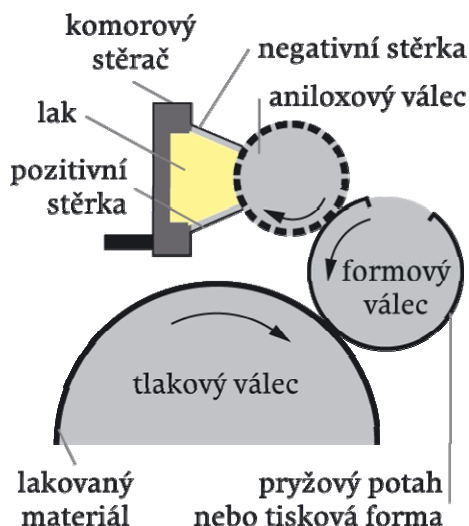
Interakce laku s vrstvou barvy i potiskovaným materiálem je v těchto případech odlišná. Při aplikaci in-line je obtížné nanášet silnější vrstvy laku (vlivem přilnavosti a lepivosti barev), ale lak na povrch tiskoviny dobře přilne. Silnější vrstvu laku s vyšším leskem lze získat nanesením laku na suchou barvu. Neexistují univerzální systémy, každá technika a každý typ laku přináší jiné vlastnosti; proto by větší tiskárna měla mít k dispozici různé varianty řešení. Obecně je třeba respektovat kompatibilitu určitých laků, tiskových barev, potiskovaných materiálů a technik a nelakovat celý náklad bez možnosti zkoušek. Při volbě laku je třeba zvažovat i následné fáze dokončování výrobku, jako je ohýbání, řezání nebo lepení.

Přestože lakovat lze jakoukoli tiskovou technikou, v moderních tiskových strojích převažují lakovací jednotky nebo integrované lakovací moduly, jejichž konstrukce nezávisí na zvolené technice tisku. Takové lakovací jednotky lze použít pro libovolný typ laku, včetně speciálních laků, pro celoplošné i parciální lakování.



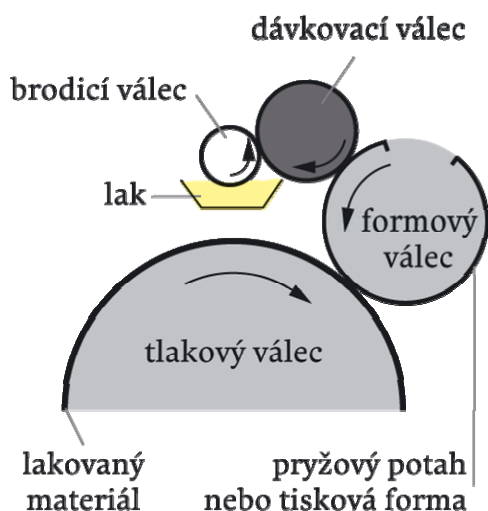
Základní systémy lakovacích jednotek:

- *systém s komorovým stěračem* – lak je udržován pod tlakem ve speciální komoře, tvořené pozitivní a negativní stěrkou, které jsou přitlačeny k aniloxovému (rastrovému) válci, odebírajícímu potřebné množství laku. Pozitivní stěrka pouze utěsňuje komoru, negativní stěrka navíc stírá přebytečný lak z aniloxového válce. Hustota, tvar a objem jamek definují maximální množství laku, které je možné z válce přenést. Tento způsob nanášení laku je vhodný pro lakování plnoplošné (prostřednictvím pryžového potahu na formovém válci) i parciální (s tiskovou formou).



**Obr. 9** Schématické uspořádání lakovací jednotky s komorovým stěračem

- *dvouválcový systém* – lakovací stroje pro off-line lakování musejí mít možnost regulovat tloušťku nánosu, což je snazší u dvouválcových systémů změnou štěrbiny mezi válci nebo rychlosti otáčení brodicího válce, než u systémů s komorovým stěračem, kde je změna tloušťky lakové vrstvy možná jen s výměnou aniloxového válce. Lakovací jednotky s dvouválcovým systémem mohou být zařazeny také in-line do ofsetových strojů. V těchto jednotkách se prvním, brodicím válcem lak nanáší na pryžový dávkovací válec, a pak se přenáší buď přímo na potiskovaný materiál, nebo při parciálním lakování nejprve na formový válec. Výhodou je krátká cesta laku a možnost větší tloušťky nánosu.



**Obr. 10** Schéma dvouválcového systému

Poněkud odlišný systém nanášení lakové vrstvy se používá pro zušlechťování velkoplošných reklamních tisků pro exteriérové použití. Jedná se především o zušlechťování a ochranu tisků na hrubém podkladu (PVC, textilní materiál, karton) zhotovený např. velkoformátovým inkjetovým tiskem. Vzhledem k větším tloušťkám lakové vrstvy se v tomto případě hovoří o kapalně laminaci (liquid lamination), ale způsob nanášení spíše odpovídá natírání než laminaci. Rychlost kapalně laminace je podstatně vyšší než laminace polymerní folií, cena výhodnější a tloušťka ochranné lakové vrstvy srovnatelná (6–20 μm). Pro kapalnou laminaci se používají rozpuštědlové, disperzní a UV laky.

#### 2.4.1.3 Celoplošné a parciální lakování

Parciální lakování se používá ke zvýraznění některých ploch na tiskovině buď kontrastem vysokého lesku vůči matnému pozadí či naopak, nebo použitím speciálních laků – např. stříbrného, zlatého či perleťového.

Mimořádných efektů lze dosahovat na lakovacích jednotkách, umožňující dvojí lakování kombinací celoplošného a parciálního lakování různými typy laků.

Jednou z možností je použití kombinace tzv. drip-off laků (f. Aquaprint) v ofsetovém tisku, kdy jsou v tiskové jednotce matným tiskovým lakem nalakovány vybrané plochy a v následující lakovací jednotce je celá tiskovina přelakována speciálním disperzním lakem. Lesklý disperzní lak matně nalakované plochy špatně smáčí, shlukuje se do malých kapiček (drip-off) a po zaschnutí na těchto plochách zůstává struktura připomínající pomerančovou kůru. Na původně nenalakované ploše se vytvoří dokonale lesklý povrch. Tloušťkou nánosu lesklého laku lze měnit kontrast lesklé a matné plochy.

Podobnou technologickou variantou je vytvoření tzv. granulového efektu, kdy se základní lesklý lak nanesený v plné ploše parciálně přelakuje dalším lesklým lakem s mnohem vyšším povrchovým napětím. Ten povrch špatně smáčí, nanesená vrstva se rozpadne do kapiček a po vytvrzení se vytvoří reliéfní struktura typu pomerančové kůry.

#### 2.4.1.4 Dělení laků podle složení

Základní typy laků pro zušlechťování tiskovin tvoří podle složení materiálů a způsobu zasychání tři skupiny – laky tiskové, disperzní a zářením vytvrzované (UV a EB laky). Dříve se často používaly i rozpouštědlové laky s 20–30 % filmotvorné látky. Současná snaha omezit VOC vedla k náhradě těchto laků vodou ředitelnými disperzními systémy.<sup>5</sup>

Dalším kritériem pro dělení laků jsou optické vlastnosti – varianty od dokonale průhledného a lesklého, přes polomatný až k matnému povrchu jsou k dispozici pro všechny typy laků. Samostatnou skupinu tvoří laky speciální, u nichž jsou optimalizovány některé dílčí vlastnosti, jako např. laky odpuzující mastné látky nebo vodu (impregnační), laky s aditivy zvyšující nebo snižující koeficient tření (pro výrobu hracích karet), svařitelné termoplastické laky (blister) a kalandrovatelné laky, zvyšující lesk po průchodu lakované tiskoviny mezi vyhřívanými, dokonale hladkými kovovými válci.

*Tiskové laky:* Jsou to laky, jejichž složení se podobá složení tiskových barev pro danou tiskovou techniku tisku (bez pigmentů) a jejichž aplikace je stejná jako tisk barvami. Je to nejstarší, nejjednodušší způsob lakování a také ekonomicky pro tiskaře nejvýhodnější, protože nevyžaduje nákup dalšího vybavení k tiskovému stroji.<sup>5</sup>

Tiskové laky pro ofsetový tisk se někdy označují jako olejové. Formulace obsahují tvrdé (křehké) pryskyřice, které dodávají laku lesk, mechanickou odolnost a povrchovou tvrdost, měkké alkydové pryskyřice, které určují pružnost, vysychavé rostlinné oleje, minerální oleje, dále různá aditiva (např. antioxidanty a vosky) a sušidla. Základní podmínkou pro výběr surovin je optická průhlednost, bezbarvost a mechanická pružnost vytvrzeného lakového filmu. Tiskové laky se dodávají jako lesklé, polomatné, matné, ochranné a impregnační laky.

Tiskové laky zasychají na vzduchu za pokojové teploty déle než dvě hodiny. Po aplikaci laku na povrch tiskoviny minerální olej okamžitě penetruje do kapilár papíru a makromolekulární klubka po úbytku oleje vytvářejí lepivou gelovou strukturu. Do této fáze probíhají pouze fyzikální děje. Následuje chemická reakce – oxypolymerace s účastí vzdušného kyslíku, vedoucí ke vzniku polymerní sítě, tedy tuhé a pružné vrstvy laku.

Při lakování tiskovým lakem nemusejí být barvy odolné vůči alkáliím a organickým rozpouštědlům. Je možné lakovat do mokré i na suchou vrstvu – rozdíl ve formulaci laků je jen v nastavení jiné lepivosti. Pomalu zasychají a tak je potřeba poprašovat, aby ve stohu archů nedocházelo ke slepení. Vzhledem k mechanismu sušení nelze tiskové laky použít na nesavé materiály (např. plasty). Kvůli zápachu je nelze použít ani pro lakování obalů potravin. Mají tendenci ke kontaktnímu žloutnutí, které se projevuje na rubové straně archů v místech kontaktu s lakovaným povrchem. Povrch lakované tiskoviny není po zaschnutí ideálně hladký a lesk tak dosahuje jen asi 65 %. Lakovaný povrch je možné lepit jen pomocí speciálních lepidel.

*Disperzní laky:* Jsou v současnosti nejpoužívanějšími laky, avšak pro digitální výtisky jsou tyto laky většinou nevhodné. Skládají se asi ze 40–45 % sušiny, emulgovaných a modifikovaných polyakrylátů, ve vodě rozpustných polyakrylátů a jiných polymerů, vody, vosků, pryskyřic a aditiv.

Laky jsou čistě fyzikálně schnoucí systémy obsahující cca 55 % vody. Čím lépe a rychleji mohou penetrovat do potiskovaného materiálu, tím rychlejší je schnutí. Urychlení schnutí u daného potiskovaného materiálu je možné pouze tehdy, pokud se zbytek vody v laku rychle odpaří (horký vzduch, infračervené záření).<sup>25</sup>

Kapalný lak snadno zaplní kapiláry povrchových a nepotištěných ploch a usnadní tak rovnoměrné smáčení celého povrchu tiskoviny při nánosu další vrstvy disperzního nebo UV laku, a tím i dosažení podstatně vyššího lesku.

Lesk lakové vrstvy je vyšší než u tiskového laku a dosahuje 80–85 %. Tvorba lakového filmu je rychlá, vytvořená vrstva laku je pružná, nekřehne ani při nízkých teplotách. Disperzní laky neovlivňují vůni a jsou zdravotně a ekologicky nezávadné.

*UV laky:* Hlavní složení těchto laků tvoří oligomery pryskyřic (epoxyakryláty, urethanakryláty, polyesterakryláty), síťující monomery (vícefunkční), nesíťující monomery (bifunkční), fotoiniciátory řetězové polymerace (pro radikálovou i kationovou polymeraci) a aditiva, upravující např. optické vlastnosti laku. UV laky neobsahují žádné rozpouštědla (100% sušiny), a proto je možné je zařadit mezi ekologicky nezávadné. Vytvrzená vrstva laku je chemicky neaktivní, fyziologicky je neutrální, a proto je možné požit UV laky i při lakování materiálů na balení potravin.<sup>25,5</sup>

Poskytují vrstvy vyznačující se velmi vysokou odolností vůči různým chemickým vlivům, teplotě a mechanickému namáhání. UV vytvrzení se uskutečňuje bezprostředně po nanesení laku a trvá zlomek sekundy. Okamžitě po lakování je možné tisk dál zpracovávat. Z hlediska složení dělíme UV laky na dvě skupiny:<sup>25,7</sup>

- Na laky, schnoucí radikálovou polymerizací monomerů, odvozených od kyseliny akrylové nebo jejích derivátů.
- Na laky, schnoucí polymerizací cykloalifatických epoxidových pryskyřic účinkem kationtů, vznikajících rozkladem fotoiniciátoru po absorpci UV záření.

Použití UV laků má řadu předností, z nichž nejvýznamnější jsou rychlost vytvrzení (u radikálové polymerace zlomky sekund), vysoký lesk a silná vrstva ochrany laku.

V případě laků, schnoucích radikálovou polymerizací se během vytvrzování tvoří produkty, které způsobují charakteristický zápach. Lze jej odstranit intenzivním odsáváním vzduchu. Laky kationového typu jsou z hlediska zápachu úplně neutrální.<sup>25,5</sup>

V moderní polygrafii se stále více můžeme setkat se speciální laky pro zušlechťování tiskovin. Z celé řady těchto laků se používají nejvíce laky zlaté a stříbrné, perleťové a laky obsahující vonné esence. Použití těchto laků není omezeno jen k povrchovým efektům, ale neobvyklého vzhledu lze také dosáhnout napuštěnými laky, obzvláště u vybledlých tiskovin.<sup>5,7</sup>

#### **2.4.2 Laminování**

Pro zušlechťování tiskovin, které je třeba chránit více vůči opotřebování a vnějším vlivům, se používá laminace, při níž se na povrch tiskoviny přilepí tenká průhledná fólie. Spojovací vrstva lepidla musí zaručovat nejen dobrou adhezi obou typů materiálu, ale musí být i pružná,

průzračná a nesmí reagovat s barvou na výtisku, ani s přijímací vrstvou výtisků. O kvalitě laminace rozhoduje celá řada vzájemně se ovlivňujících faktorů, z nichž mimo vlastní technologii a zařízení pro laminaci (laminovací stroj, laminovačka, laminátor) hrají významnou roli zejména laminovací fólie a tiskovina (zejména potiskovaný materiál, tiskové barvy, technika tisku a podíl potištěné plochy).

Lamináty neobsahují rozpouštědla a tak se lze vyhnout zásadním problémům, které vznikají v případě laků. Po mnoha zkoumáních a následných výsledcích je lze zařadit mezi méně škodlivé pro barevné tisky. Lamináty také poskytují ochranu před houbami, bakteriemi, vlhkostí a škodlivými plyny.<sup>26</sup>

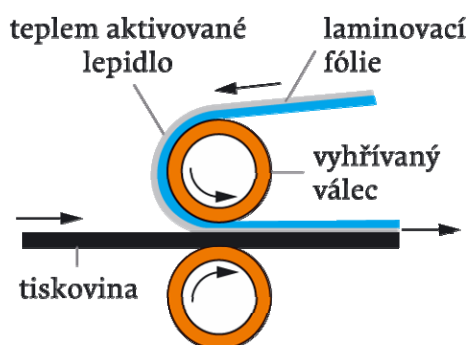
Výsledek laminace závisí i na konkrétním typu tiskoviny a jejím využití, a proto je třeba zvolený postup a nastavení parametrů (teploty, tlaku a rychlosti laminace) nejprve vyzkoušet. Tisková barva by měla obsahovat méně vosků a pigmenty, které nemohou reagovat s lepidlem, příp. s UV zářením.

Tisk musí být před laminací dokonale suchý (interval mezi tiskem a laminací by měl být nejméně 12 hodin), protože zbytková rozpouštědla v barvách mohou interagovat s lepidlem, což může způsobit ztrátu lepidlosti v nedosušených místech na tisku.

#### 2.4.2.1 Technologie laminace

Existují dva základní druhy laminace – za studena a za tepla. Laminaci za studena lze dále ještě rozdělit na laminaci suchou, mokrou a s UV vytvrzováním. Trend ve vývoji laminace potvrzuje, že původně zavedená technologie laminování s užitím tekutých disperzních lepidel je stále intenzivněji vytlačována termální laminací. Kromě důvodů ekonomických, kdy trvale klesá cena termálních fólií a rozšiřuje se nabídka termolaminovacích strojů, jde nesporně také o výhody technologické spojené s jednoduchostí obsluhy a flexibilitou práce.

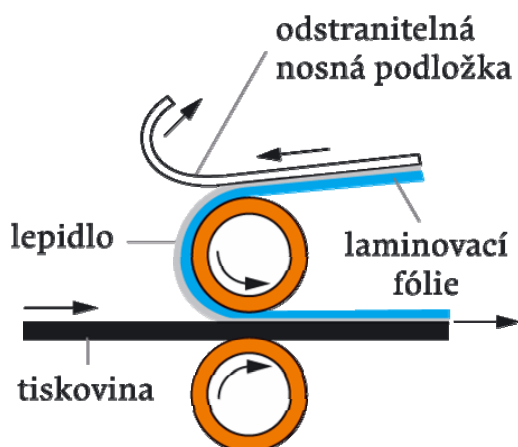
*Termolaminace:* je to laminace za tepla, používá laminovací fólii z termoplastů (PP (polypropylen), PET (polyethylentereftalát), PA (polyamid), PE (polyetylen)) s vrstvou tavného lepidla. Lepidlo nanesené na krycím filmu je aktivováno teplým tělesem laminovacího stroje, a za vysokého tlaku je pak fólie aplikována na laminovanou tiskovinu. Touto technologií lze laminovat oboustranně a ihned může následovat dokončovací zpracování. Kvalitu výstupu je možné kontrolovat okamžitě po laminaci.



**Obr. 11** Schéma principu laminace za tepla

*Suchá laminace:* též kašírování je technologie, při níž se používá laminovací fólie opatřená samolepící vrstvou. Aplikace této fólie na tiskovinu probíhá pouze tlakem. Film se zpravidla odvíjí z role.

Možnost jednostranné i oboustranné laminace až do tloušťky 6 cm. Samolepící vrstva je kryta hladkou nelepící podložkou se silikonovým povrchem (liner), která se před přitlačením fólie na potištěný materiál odstraní. Tato technologie se využívá u malonákladové výroby, protože aplikace samolepící fólie neumožňuje vysoké produkční rychlosti a také její cena je značně vyšší, než je tomu u ostatních typů laminace.



**Obr. 12** Schéma principu laminace za studena

*Mokrý laminace:* je nanášení disperzního, vodou ředitelného lepida ( $12 \text{ až } 14 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ), které se před vlastní aplikací na tiskovinu nejdříve předsuší v sušicím bubnu nebo tunelu a teprve potom se tlakem aplikuje na substrát. Takto laminovaný materiál se musí před dalším zpracováním dosušit. Defekty laminace se projeví až po úplném zaschnutí lepida. Tento způsob laminace se využívá především pro zpracování velkých nákladů ve velkých tiskárnách, kde výhodou jsou nízké materiálové náklady a možnost regulovat nános lepida podle typu papíru. Nevýhodou je také to, že nelze najednou laminovat oboustranně.<sup>25,5</sup>

*Laminace s UV vytvrzováním:* na laminovací fólii se nanáší lepidlo, pomocí tiskové formy pro tisk z výšky. Aktivuje se UV zářením a na lepivou vrstvu se přitiskne laminovací fólie. Tento typ laminace je využíván pro parciální laminaci nebo pro aplikaci holografických folií na obaly.

#### 2.4.2.2 Laminovací fólie

Při laminování se používají amorfnní polymerní fólie, z hlediska optických i mechanických vlastností pokud možno homogenní. Laminovací fólie se vyrábějí v tloušťkách  $12 \text{ až } 40 \text{ } \mu\text{m}$  a jsou dodávány v rolích.

Podle optických vlastností rozlišujeme fólie matné, polomatné, lesklé, strukturované, čiré, opticky proměnné, metalizované nebo fólie s barevným či perleťovým nádechem. S ohledem na mechanické a funkční vlastnosti se laminovací fólie mohou lišit porozitou, odolností vůči

chemikáliím, odolností vůči oděru, propustností par či vody, pevností, pružností, tepelnou odolností a odolností vůči UV záření. V případě chemické struktury fólií se jedná především o termoplasty: PP, PE, PET, PVC (polyvinylchlorid), PVA (polyvinylalkohol) či acetát celulózy.

Obecně pro všechny technologie laminace platí, že je fólie aplikována na tiskovinu pomocí vrstvy lepidla. Pro různé technologie je pak způsob této aplikace odlišný. Adheze vrstvy tiskové barvy a lepidla je asi nejproblematictější oblastí laminace tiskovin, zvláště pak tiskovin zhotovených na digitálních tiskových strojích. Proto je nutné zvolit vhodnou laminovací fólii s ohledem na použitou tiskovou barvu a techniku tisku.

Termolaminovací fólie lze zjednodušeně definovat jako dvouvrstvý materiál skládající se z nosného filmu a vrstvy tavného lepidla. V takovéto podobě už jsou dodávány od výrobce. Na základě našich zkušeností můžeme tvrdit, že většina majoritních dodavatelů fólií nabízí pod různými obchodními značkami produkty úzké skupiny nejvýznamnějších výrobců (Cosmo films, Derprosa, GBC, GMP, PKCCO, Yasuhara, Walothern atd). Kvalita těchto fólií je na vysoké úrovni a je v podstatě srovnatelná. Díky této vysoké kvalitě, spolehlivosti a cenové dostupnosti se na trhu v Evropě stávají filmy na bázi PP s lepicí vrstvou typu EVA dominantní technologií v sektoru komerční laminace.<sup>25</sup>

Výrobci dodávají ke každému typu folie podrobné technické údaje usnadňující zpracovatelům volbu nevhodnějšího materiálu pro danou tiskovinu. Tyto údaje zahrnují celou řadu zpracovatelských i užitných vlastností, jako jsou propustnost plynů a vody, koeficienty tření, rozmezí teplot tavení, tepelná odolnost, lesk, povrchové napětí a doporučený interval laminovacích teplot.

#### 2.4.2.3 Lepicí vrstva

Pro mokrou laminaci se používají disperzní lepidla (disperze syntetických makromolekulárních látek rozptýlených v disperzním prostředí, nejčastěji ve vodě). Po nanesení lepidla na laminovací fólii dochází k odpařování disperzního prostředí a vytvoření kompaktního polymerního filmu. Důležitým parametrem pro kvalitu lepení je tloušťka filmu adhezního lepidla, kterou lze dle potřeby na laminátoru regulovat.<sup>25</sup>

Pro termolaminaci se používají tavná lepidla (*hot melty*), která jsou již součástí výrobcem dodávaného filmu. Termolaminovací fólie se skládají z nosného filmu a vrstvy tavného lepidla. Většinou jde o polymerní materiály – termoplasty – a fólie je obvykle biaxiálně orientovaná. Na kvalitě vrstvy BOPP (biaxiálně orientovaný polypropylen) záleží, zda si laminovaný produkt dlouhodobě zachová úroveň průzračnosti a lesku. Tloušťka nosné fólie se pohybuje okolo 12  $\mu\text{m}$  v případě lesklé fólie a okolo 15  $\mu\text{m}$  v případě matné fólie. Spodní lepicí vrstva termální fólie obsahuje většinou lepidlo vyrobené na bázi ethylvinylacetátu (EVA). Tloušťka lepidlové vrstvy je přibližně 13,5  $\mu\text{m}$  pro lesklou a 15  $\mu\text{m}$  pro matnou fólii. Základním požadavkem na kvalitu lepicí vrstvy je perfektní spojení fólie s laminovaným archem, a to i v případě, že se jedná o lakované, silikonové nebo voskované materiály. Lepicí vrstva se rovněž podílí na celkové kvalitě lesku či matu. Někteří výrobci nanášejí mezi tavné lepidlo a fólii vrstvu primeru (menší než 0,1  $\mu\text{m}$ ) za účelem lepšího přilnutí vrstvy lepidla

k nosnému filmu. Na druhou stranu primer obsahuje vodu, což kvůli procesu sušení výrobu fólií zpomaluje.



**Obr. 13** Schéma vrstev laminovaného archu

Drtivá většina laminátorů využívá k zahřívání termofólie, tedy aktivaci lepidla přímo na vyhřívaný laminovací válec. Vlastní vyhřívání laminovacího válce může být řešeno různými způsoby. Tepelný přenos na laminovací fólii závisí na mnoha proměnných – rychlosti stroje, úhlu odvinu fólie i na kontaktním odporu mezi povrchem válce a fólií. Obecně však platí, že teplota válce je vyšší než teplota vyžadovaná fólií, zejména pak při zmiňované vysoké rychlosti stroje. Lze říci, že čím déle bude film ve styku s povrchem válce, tím více se bude jeho teplota přibližovat povrchové teplotě válce. Jedním z cílů pro úspěšné laminování je dosažení teploty fólie uprostřed vhodné oblasti pro laminování.<sup>25</sup>

Tavná lepidla jsou termoplastické materiály, které si udržují plasticitu i v lepeném spoji. Za běžné teploty jsou v pevném stavu a neobsahují rozpouštědla ani vodu. V důsledku zahřátí se pak stávají tekutými a lepivými. Ve srovnání s jinými druhy lepidel mají tavná lepidla krátkou otevřenou dobu (časový interval po nanesení tavného lepidla, v němž je ještě možné provedení kvalitního slepení), ale také krátkou uzavírací dobu (minimální doba, která je po přitisknutí lepených materiálů potřebná ke vzniku kvalitního lepeného spoje). Při nanášení lepidla na nosnou fólii je důležité, aby lepidlo smáčelo povrch polymerní fólie, bylo pružné a průhledné a aby mělo stejnorodou kvalitu vrstvy.

Doba styku fólie s povrchem válce závisí na rychlosti stroje, průměru válce a úhlu opásání. Úhel opásání je volen maximální možný s ohledem na zavádění fólie do stroje. Z toho plyne jednoduchý závěr, že pro vysoké rychlosti je třeba mít stroj osazen válcem o velkém průměru. Na strojích Komfi je tato podmínka zohledněna tak, že pro velké rychlosti strojů se používají velké průměry topných válců. Průměry válců jsou počítány jako kompromis mezi účinností přenosu tepla a cenou. Pokud někteří výrobci udávají jako přednost automatickou redukci teploty v závislosti na nastavené rychlosti stroje, svědčí to většinou o nedostatečném průměru laminovacího válce k dosažení konkurenční ceny. Práce na takovém stroji je ale pro obsluhu složitější.

Existuje široký sortiment tavných lepidel (termoplastické, kaučukovité kopolymery, polyuretany), nicméně v polygrafii patří k nejvíce používaným lepidlům ethylenvinylacetát (EVA).



#### 2.4.2.4 Parametry tavných lepidel

- zpracovatelská teplota: 150–180 °C;
- viskozita taveniny při nanášení: 1000–10000 mPas;
- otevřená doba (doba lepidlosti): 2–60 s;
- uzavírací doba (doba tvrdnutí): 0,5–15 s;
- bod měknutí: 55–110 °C

#### 2.4.2.5 Laminovací stroje

Technické provedení laminátorů odpovídá technologii laminace, pro níž je daný stroj určen. Od toho se také odvíjí, které parametry stroje jsou důležité pro kvalitní výsledek laminace.<sup>25</sup> Zařízení pro laminaci za tepla lze podle formátu a výkonu rozdělit na kapsová, rolová a průmyslová rolová.

- *Kapsová laminovací zařízení* (pro kancelářské využití) ve formátu A6 až A2 umožňují oboustrannou laminaci pomocí kapsy z laminovací fólie, do které se vloží potištěný materiál; slouží k finální úpravě vizitek, řidičských a jiných průkazů, karet, fotografií a dalších materiálů.<sup>5</sup>
- *Rolové laminovací stroje* využívají teplem aktivované fólie, které se odvíjejí z rolí a nanášejí na laminovaný materiál. Fólie lze nahřívat buď na horkých válcích, které se otáčejí společně s odvinovanou fólií a laminovaným materiálem a zároveň vytvářejí potřebný tlak, nebo tzv. horké botě, kterou tvoří vyhřívané pevné těleso se speciální povrchovou úpravou. Za tímto tělesem jsou otáčející se tlakové válce, které zabezpečují posun fólie a vytvářejí tlak.
- *Průmyslové rolové laminovací stroje* jsou určeny pro tiskárny s velkým výkonem. Jsou buď jedno- nebo oboustranné. Stroj se skládá z nakladače potištěných archů, odvinu laminovací fólie a vykladače laminovaných archů. Používá se technologie vyhřívaných válců se speciálními povrchy, pracovní rychlosti se pohybují kolem 30 m za minutu.

### 3 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- 1 <http://www.paladix.cz/clanky/hardware-inkoustovych-tiskaren.html> [cit. 8. 4. 2011]
- 2 Dzik, P., Veselý, M.: Inkoustový tisk – současný stav, možnosti a trendy. *Sborník přednášek VII. Polygrafického semináře*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, p. 80–88. ISBN 80-7194-793-8.
- 3 Králová, I., Veselý, M., Dzik, P.: „Chytrá“ média pro fotorealistický inkoustový tisk. *Sborník přednášek VII. Polygrafického semináře*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005 p. 172–175. ISBN 80-7194-793-8.
- 4 Veselý, M., Dzik, P., Stančík, J.: UV Absorbers in Layers Designed for Inkjet Printing. *Sborník přednášek VIII. Polygrafického semináře (Seminar in Graphic Arts)*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007, p. 138–142. ISBN 978-80-7194-991-6.
- 5 Kaplanová, M. a kolektiv: Moderní polygrafie. Svaz polygrafických podnikatelů. 2009. p. 260–265, 299–312. ISBN 978-80-254-4230-2.
- 6 PÁSEČNÁ, K. *Stárnutí fotografií účinkem světla a polutantů*. Brno, 2009. 105 s. Bakalářská práce na Vysokém učení technickém na Chemické fakultě. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Michal Veselý, Csc.
- 7 Kipphan, H.: Handbook of Print Media. Technologies and Production Methods. Springer, Německo, 2001, p. 711–712, 66– 67. ISBN 3-540-67326-1.
- 8 Panák, J., Čeppan, M., Dvonka V., Karpinský L', Kordoš P., Mikula M., Jakucewicz S.: Polygrafické minimum, TypoSet, Bratislava 2000. 262 s. ISBN: 80-967811-3-8.
- 9 <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2004/xmacuga.htm> [cit. 10. 4. 2011]
- 10 <http://www.paladix.cz/clanky/inkoustova-tiskova-media.html> [cit. 22. 4. 2011]
- 11 Barcock, R. A.; Lavery, A. J.: Ozone Degradation of Ink Jet Photoquality Images. *Journal of Imaging Science and Technology*. 2004, vol. 48, no. 2, p. 153–159.
- 12 Káčerová, S. *Stárnutí inkoustového tisku*. Brno, 2010. 109 s. Diplomová práce na Vysokém učení technickém na Chemické fakultě. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Michal Veselý, Csc.
- 13 [www.imagepermanenceinstitute.org/shtml\\_sub/modernphotopapers.pdf](http://www.imagepermanenceinstitute.org/shtml_sub/modernphotopapers.pdf) [cit. 10.4.2011]
- 14 <http://www.paladix.cz/clanky/problematika-archivni-stalosti-inkoustoveho-tisku.html> [cit. 10. 4. 2011]

- 15 Changes of Color and Paper Properties in Digital Prints during Accelerated Aging  
Marzenna Ciechanska and Wladyslaw Sobucki Academy of Fine Arts in Warsaw,  
Poland, IS&Ts NIP16: 2000 International Conference on Digital Printing Technologies  
Copyright 2000, IS&T.
- 16 Lavery, A., Provost, J., Shervin, A., Watkinson, J.: The Influence of Media on the Light  
Fastness of Ink Jet Prints. *Digital Printing Technologies*. pp. 123–128. Toronto 1998.  
ISBN 0-89208-212-7.
- 17 STANČÍK, J. *Degradace inkoustových výtisků. Brno, 2010*. 105s. Dizertační práce na  
Vysokém učení technickém na Chemické fakultě. Vedoucí práce doc. Ing. Michal  
Veselý.
- 18 Vávrová, P.: Vliv viditelného světla na papír. Sborník přednášek VII. Polygrafického  
semináře, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005, p. 98–104.  
ISBN 80-7194-793-8.
- 19 Lee, C., Urlaub, J., Bagwell, A., S., Macdonald, J., G., Nohr, R., S.: Properties of Inks  
Containing Novel Lightfastness Additives. *Proceedings of IS&T's NIP 13th International  
Conference on Digital Printing Technologies*. pp. 664–666. Seattle 1997. ISBN 0-  
89208-205-4.
- 20 <http://www.paladix.cz/clanky/problematika-archivni-stalosti-inkoustoveho-tisku.html>  
[cit. 11. 4. 2011]
- 21 Wight, P., Hussein, S.: Progress in Permanence: Improved Dyes for “Gas Fading”.  
Proceedings of IS&T's NIP 19th International Conference on Digital Printing  
Technologies. pp. 431–433. New Orleans 2003. ISBN 0-89208-247-X.
- 22 Marc McCormick-Goodhart, Henry Wilhelm: Humidity-Induced Color Changes and Ink  
Migration Effects in Inkjet Photographs in Real-World Environmental Conditions.  
IS&T's NIP16: International Conference on Digital Printing Technologies, Vancouver,  
2000, p. 74–77. ISBN 0-89208.
- 23 Wight, P., Issues in Ink Jet Image Stability, In *International Conference on Digital  
Printing Technologies*, p. 86-89, 2000.
- 24 Čejka, D.: Nové možnosti tiskových strojů společnosti KBA-Grafitec. Sborník přednášek  
VII. Polygrafického semináře, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005, p. 122–126. ISBN  
80-7194-793-8.
- 25 <http://www.mhcz.cz/file.php?nid=3525&oid=523372> [cit. 1. 4. 2011]
- 26 Wilhelm, H., The Handling, Presentation, and Conservation Matting of photographs.  
<http://www.wilhelm-research.com> [cit. 9.3.2010]

## 4 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

UV	ultrafialové
EB	electron beam
BOPP	biaxiálně dloužený polypropylen
CS	continual stream
DOD	drop on demand
RC	resin coated
NO <sub>x</sub>	oxidy dusíku
SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý
O <sub>3</sub>	ozón
PVC	polyvinylchlorid
PVA	polyvinylalkohol
PP	polypropylen
PET	polyethylentereftalát
PA	polyamid
PE	polyethylen
EVA	ethylvinylacetát